

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭62-54229

⑤Int.Cl.<sup>4</sup> 識別記号 庁内整理番号 ④公開 昭和62年(1987)3月9日  
G 02 F 1/13 1 2 5 8205-2H  
1/13 1 0 1 7448-2H  
G 09 F 9/35 6810-5C 審査請求 未請求 発明の数 2 (全6頁)

⑭発明の名称 液晶表示装置の作製方法

⑯特 願 昭60-155837

⑰出 願 昭60(1985)7月15日

⑱発 明 者 山 崎 舜 平 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ  
ネルギー研究所内  
⑲発 明 者 小 沼 利 光 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ  
ネルギー研究所内  
⑳発 明 者 浜 谷 敏 次 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ  
ネルギー研究所内  
㉑発 明 者 間 瀬 晃 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 株式会社半導体エ  
ネルギー研究所内  
㉒出 願 人 株式会社 半導体エネ ルギー研究所 厚木市長谷398番地

最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

液晶表示装置の作製方法

## 2. 特許請求の範囲

1. 電極を互いに有する一対の基板の被充填面を内側にして対向せしめ、前記被充填面間に液晶を充填した液晶表示装置の作製方法において、前記基板の被充填面間にスメクチック液晶を充填せしめると同時に、前記一対の基板の周辺部を封止せしめることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。
2. 特許請求の範囲第1項において、封止は長方形または正方形の基板の少なくともコーナ部に対して行うことを特徴とする液晶表示装置の作製方法。
3. 電極を互いに有する一対の基板の被充填面を内側にして対向せしめ、前記被充填面間に液晶を充填した液晶表示装置の作製方法において、前記基板の被充填面間にスメクチック液晶を充填せしめると同時に、前記一対の長方

形または正方形の基板のコーナ部を封止せしめる工程と、該工程の後、長方形または正方形の基板の辺の部分に対し封止せしめることを特徴とする液晶表示装置の作製方法。

## 3. 発明の詳細な説明

## 「発明の利用分野」

この発明は、液晶表示装置の作製方法に関するものであって、スメクチック液晶（以下Sm液晶または液晶という）特に例えば強誘電性液晶（以下FLCという）を用いた表示パネルを設けることにより、マイクロコンピュータ、ワードプロセッサまたはテレビ等の表示部の薄膜化を図る液晶表示装置の作製方法に関するものである。

## 「従来技術」

固体表示パネルは各絵素を独立に制御する方式が大面積用として有効である。このようなパネルとして、従来は、二周波液晶例えばツイステッド・ネマチック液晶（以下TN液晶という）を用い、横方向400 素子また縦方向200 素子とするA4判サイズの単純マトリックス構成にマルチプレキ

シング駆動方式を用いた表示装置が知られている。

しかし、かかるTN液晶を作製せんとした場合、このTN液晶の粘度が低いため、一対のガラス基板を5~10 $\mu$ の間隙をあけて対抗せしめ、この一対のガラス基板の周辺部に封止用シール剤をスペーサを混合して塗布し、お互いを密着させる。この時周辺のシール部の一部の封止をせず、開穴を残存して設けておく。この後この周辺が封止された一対の基板を真空容器内に保持し、全体を真空引きする。さらに、この後この開穴部分をTN液晶溶液中に浸し、この真空容器内を大気圧にすることにより、毛細管現象を利用して一対の基板間の5~10 $\mu$ の間の空隙に液晶を充填せんとするものであった。

「発明が解決しようとする問題点」

しかしかかる方法は、TN液晶の如き室温で低粘度の液晶を基板間に充填する場合には優れている。しかし、

- (1) 粘度の高いスメクチック液晶例えばSmC\*層を用いるFLC に対してはきわめて作業がしづら

(3)

面上に液晶を設けた後、この液晶上に他方の基板の被充填面を密接せしめ、さらに一対の基板を所定の相互位置に配設せしめるものである。さらにこの工程と同時工程として、周辺部特に正方形または長方形の基板のコーナ部に封止用シールを行わしめるいわゆるラミネート（薄層にする、薄層にのばすの意）方式を用いることを基本とする。

加えて本発明においては、液晶材料としてスメクチック液晶、特に好ましくはスメクチックC相(SmC\*)を呈する強誘電性液晶を用いる。即ちセルの間隔を4 $\mu$ mまたはそれ以下の一般には0.5~3 $\mu$ mとすることにより双安定状態を得ることができる。

即ち、かかる一方の基板の電極上の被充填面上の一点または複点に（等方性）液晶を滴下、散布またはコートする。さらに一方または他方の基板のコーナ部に封止用樹脂を微量滴下する。この後、他方の基板をこの上に配設する。

さらにこれらを真空引きをし、その前後において加熱し、その一対の基板を互に加圧して、そ

(5)

い。

- (2) セルの電極間の間隙を4 $\mu$ 以下好ましくは0.5~3 $\mu$ の狭い間隙を用いることを前提とするFLCを用いる場合、充填にきわめて時間がかかってしまう。  
(3) FLCを大面積例えばA4版に対し充填せんとする場合、8~10時間もの長時間高温例えば120℃で充填作業を必要とする。そのため、周辺部の封止が劣化しやすい。またこの封止材料が不純物として液晶内に混入しやすい。  
(4) 液晶の充填に伴いセルギャップを決めているスペーサ（通称貝柱）が一方に偏りやすい。  
(5) 充填の際有効に用いられない液晶材料が全体の90%近くになってしまい無駄が多い。

等の多くの欠点を有する。

本発明はかかる問題点を解くものである。

「問題を解決するための手段」

かかる問題を解決するため、本発明は、一対の基板に対し液晶を充填する前に一対の基板の周辺部をシールするのではなく、一方の基板の被充填

(4)

それぞれの基板の内側に設けられた被充填面を4 $\mu$ 以下の間隙にして互いにFLCと密接せしめ、加えて周辺部の少なくとも一部を同時に封止せしめる。

さらにこの薄いFLCが充填されラミネートされた基板の温度を降下させ、SmAを得、さらに双安定なSmC\*を得る。するとらせん構造をとくことができる。この後、常温に保存した後、周辺部の辺の部分に対しシール用のプラスチック封止剤による封止を行う。

かかる本発明方法においてはこのコーナ部で互いの基板の接触面積を多くでき、互いに固く固着させることができる。

また本発明でも残された問題点の使用温度範囲は、現在複数の異なったFLCを組合わせて（ブレンドして）0~50℃において使用が可能となっている。このため実用上はそれほど問題とならず、また階調に関してはカラーも8色までとするならば階調が不要であり、マイクロコンピュータ等のディスプレイとしては十分実用が可能であることが判明した。

(6)

## 「作用」

かくすることにより、

- (1) セルはスペーサを散布しその大きさにより最小の間隙を決定するため、形成されるFLCの間隙にばらつきがない。
- (2) 4  $\mu$  以下の間隙(セル厚)の薄いセルであっても大面積(A4版相当)であっても短時間でラミネート作業を行うことができる。
- (3) 基板上に設けたFLCを100%有効利用することができる。
- (4) 粘度の高いFLCを用いても、そのラミネートおよび封止の作業に1時間以上を必要としない。
- (5) 一方の基板側にはアクティブ素子とそれに連結した電極を設けても、まったくアクティブ素子を用いないパッシブ構造と同一工程でFLCのラミネートができる。

さらに、これらの特徴により本発明の液晶のラミネート(2つの基板の間隙を少しづつ狭くし、その間に液晶を薄層化して介在させることを示す)

(7)

シャドウ処理(マスク)の形成、アクティブ素子の作製等を必要に応じて行うことは有効である。

また、基板は一般にはガラス基板例えばコーニング7059を使用する。しかし基板の一方または双方に可曲性の基板を用いることは有効である。そしてその可曲性基板として、化学強化がなされた0.3~0.6mm厚のガラス基板、またはポリイミド、PAN、PET等の透光性耐熱性有機樹脂基板を用いることは有効である。

この基板上の電極上には配向処理層(非対称配向処理層)が設けられ、その上面を被充填面とした。そしてこの面上に、FLC、例えばS8(オクチル・オキシ・ベンジリデン・アミノ・メチル・ブチル・ベンゾエイト)を設けた。これ以外でも、BOBAMBC等のFLCまたは複数のブレンドを施したFLCを充填し得る。例えばここではS8とB7とのブレンドした液晶を用いた。

さらにこの一対の基板の一方の被充填面上に液晶(2)を滴下させた。

さらに他方の被充填面を下側に配向させた複数

(9)

方法を用い、加えて非線型素子(NB)と強誘電性液晶(FLC)とを直列にして各画素を構成せしめる場合、A4版またはそれ以上の大面積のマトリックス化にそれぞれの画素間のクロストークを除去し駆動させることが初めて成就できた。

以下に実施例に従って本発明を説明する。

## 「実施例1」

第1図は本発明の液晶表示装置の作製工程を示す。

第1図(A)は2つの基板(1),(1')を有する。この相対向する面(8),(8')側にはそれぞれ電極を有している。またカラー表示をするには、その一方の側の電極と基板との間または電極と充填される液晶との間にカラーフィルタが設けられている。さらにこの電極の上面には公知の非対称配向処理がなされている。

これらの図面では、簡単にするため図示することを省略して単に基板として表記している。しかし一対の基板の相対向する側にこれらの電極、フィルタ、配向処理、ブラックマトリックス化する

(8)

の周辺部特にコーナ部にエポキシ系の封止の樹脂(19),(19')を微量に滴下した。これは熱硬化性樹脂を用いた。

かかる液晶が設けられた一対の基板を第1図(B)に示すごとく真空容器(100)に封入した。この真空容器(100)は容器側(10)に第1の空間を有し、蓋側(10')に第2の空間(5)を有する。第1の空間(4)内にはヒータ(3)が設けられている。このヒータ(3)上に一方の基板(1)を配設し、この基板を室温~150℃内の所定の温度、例えば液晶の粘度が十分低くなる70~150℃例えば120℃に加熱制御させた。すると既に基板(1)上の被充填面に設けられた液晶(3)が加熱され被充填面に拡がる。この液晶を滴下して設ける前または後に所定の間隔をおいて基板上にスペーサを配設させた。このスペーサはまったく用いない方式をとってもよい。

さらにこの上方に対向する他方の基板(1')を1~10mm離間してまたははるかお互いを部分的に接せしめて配置させた。

(10)

この後、この第2の空間(5)を有する蓋側容器(10')をリングにより容器(10)側に合わせ込んだ。この第2の空間の下側には、第1の空間と第2の空間とがお互いに弾力性を有する層(以下簡単のためシリコンラバー(6)という)で遮蔽されている。そして第2の空間と第1の空間の圧力において、第1の空間の圧力が正圧の場合は下側を膨張し、逆の負圧の場合は上側に引っ張られるようになっている。このラバーは少なくとも150℃の温度に耐えることができる材料であれば、シリコンラバーにかぎらない。

これらをリングにより互いに合わせ込み、(11)、(11')より同時に真空引きをした。即ち、この2つの出口は、バルブ(12)、(12')を経て真空ポンプ(14)に連結されている。そしてこのバルブ(12)、(12')をとともに開、バルブ(13)、(13')をとともに閉として、第1および第2の空間(4)、(5)をとともに真空空間とした。

さらに第1図(C)に示す如く、この上面に離間している他方の基板を精密に配設した。

(11)

この時一方の液晶または他方の封止材が互いに混合したり、また所定の位置以上に他方により広がらないように、1~3μの繊維よりなるバリア(18)、(18')を配設しておくことと有効である。またこのバリアはコーナ部のみでなく周辺全領域にわたって設けてもよい。

さらにその一对の基板の電極側の間隙は4μ以下例えば2μの均一な厚さとすることができる。そしてこの厚さはスペーサが2μの大きさのものを予め配設しておくことと2μとなり、1μのスペーサを散布させておく時には1μとすることができる。

もちろんスペーサをまったく用いず、この圧力と加熱している温度とのみを精密に制御して所定の厚さにラミネートさせることも可能である。

その結果、液晶の余分のものは周辺部に移動する。しかしこの外周辺をシリコンラバーが覆っているため、またはバリア(18)、(18')が堤防の如くにブロッキングしているため、これが基板の一部の外側周辺より外側に液晶があふれることを実質

(13)

すると液晶(3)は上下の被充填面に互いに充填される。加えてコーナ部の封止材(19)、(19')が加熱されている基板側に接触し温度を上昇させる。そして引き続き、他方の第2の空間(5)を真空状態より第1の空間(4)に比べて正圧となるように徐々にバルブ(13')より大気または窒素をリークし大気圧にさせた。

すると第1図(C)に示す如く、シリコンラバー(6)は下側に膨張し、対向する他方の基板(1')を一方の基板(1)の側に押しつける。そして大気圧においては1kg/cm<sup>2</sup>の圧力を加えることができる。また窒素によりさらに加圧する場合は1気圧以上の2~5kg/cm<sup>2</sup>の圧力とすることも可能である。

かくして一对の基板の全表面に均一な圧力を加えることができ、この圧力により液晶は一点または複数点に点状に設けられていたが、横方向に基板(1)の裏面にそって広がり、ラミネートされる。

加えて封止材もそのコーナ部で広がり、1~15mm<sup>2</sup>の面積にてそれぞれの基板を互いに密接せしめた。

(12)

的に防ぐことができる。またすべての外周辺より液晶があふれたり、また所望の領域全体を覆うことなく足りなくなったりすることは、初期の液晶の供給量を精密にすることにより防ぐことができる。

2つの基板のおたがいのX方向Y方向の重ね合わせは密着させる基板(1)、(1')及び液晶(3)が加熱されている低粘度状態の時に移動させ再配設させることができる。

この後、第1図(C)でヒータを徐々に室温に降下した。さらに第1の空間(5)をも大気圧とし真空容器(100)の蓋(10')を取り外した。一对の基板間に液晶をラミネートさせたセルを容器より取り出し第1図(D)を作る。

この図はコーナ部を示し、封止材が2つの基板の間にも介在し、それぞれを密着させている。

かくして第1図(D)に示す如く、2つの対向する基板(1)、(1')は液晶(3)を互いに実質的に重ね合わせた状態にする。

第1図(E)は周辺部の辺の部分にその後の工程

(14)

において外側より封止用シール剤(9)(一般にはプラスチック材料)を塗布し、お互いの基板を固着させる。

もちろん第1図(A)において、封止材(19),(19')は正方形または長方形の基板のコーナ部のみではなく辺となる部分に対しても同時に滴下し、外周辺のすべてを液晶のラミネイトと同時に封止をさせてもよい。

かくして、本発明のスメクチック液晶の如く、高い粘度を有する液晶、特にPLCの基板間での充填ラミネイト方法を確立することができた。

#### 「効果」

かくすることにより、A4版(20cm×30cmの面積)1枚で使用する液晶は0.2ccで十分であり、3000円/gと金より高価な液晶をきわめて有効に用いることができる。

1回の液晶の充填作業を約1時間の短時間で行うことができる。

大面積になっても、作業時間は長くないという特徴を有する。

(15)

を設け、反射型とする場合は、その入射光側の電極を透光性とし、他方を反射型電極とする。そしてPLCのチルト角を約45度とすることにより、1枚のフィルタを入射光側の基板上に配設して実施することができる。

他方、2枚のフィルタを用いて透過型または反射型とする場合は、2枚の偏光板をそれぞれの基板の外側に配向させ、PLCのチルト角を約22.5度とすることにより成就させ得る。透光型においてはバックライトをEL(エレクトロ・ルミネッセンス)蛍光灯または自然光により照射し、透光する光の量を制御することによりディスプレイとすることができる。

カラー化する場合他方の対向基板側(人間の目に見える側)の電極の上側または下側にカラーフィルタを設ければよい。

さらに本発明においては、基板上に非線型素子を配設し、その上方に電極を設けたものを基板として取扱い、アクティブ素子型とすることができる。かかる場合、この非線型素子としてNIN型等

(17)

即ち、従来より公知のTN液晶の充填作業においては、この液晶に応力が加わらないようにすることが主である。そのため、周辺部のシール剤はおたがいの基板に外部より加わり得る圧力が液晶それ自体に加わらないよう互いの力を支えている。

しかしスメクチック液晶では、この力が液晶それ自体に加わってもその粘度が大きく、差し支えないことを本発明人は見出した。そしてこの特性を利用することにより従来とはまったく異なる本発明の如き作製方法を可能にすることができた。

以上の本発明の液晶の充填方法において、被充填面を構成する配向処理層を非対称配向処理とし、一方をラビング処理をし、他方を非ラビング処理とする。この時、本発明の如くラミネイトした後、この基板をラビングを施した面によって高温状態等で微動(1μ以上の1~10<sup>4</sup>μm)シフトさせ、ストレスを液晶に加え配向せしめることは有効である。

以上に述べた本発明の液晶表示装置において、この基板の一方または双方の基板の外側に偏光板

(16)

の複合ダイオード構造を有するSCLAD(空間電荷制限電流型アモルファス半導体装置)、絶縁ゲイト型電界効果半導体装置を用いることが可能である。

本発明の液晶表示装置において、ライトペンを用いたフォトセンサをドット状に作ることににより表示とその読み取りとを行うことができる。

本発明の第1図の作製工程は100×100(カラーにおいては100×300)のマトリックス構成とした。

しかしこのドット数は640×400(カラーの場合は1920×400),720×400その他の構成をも有し得る。

#### 5. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の液晶表示装置の作製方法を示す。

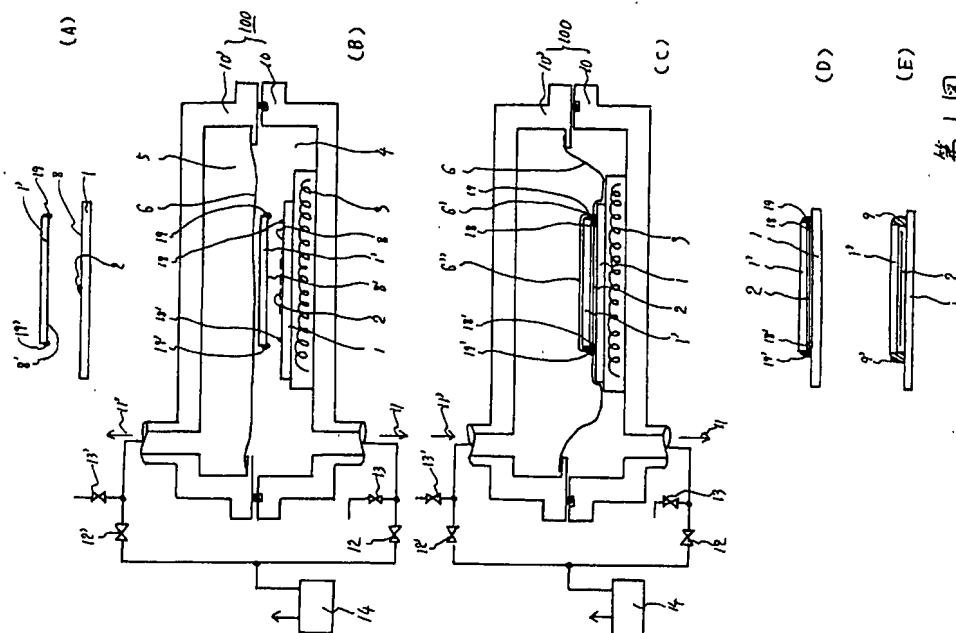
特許出願人

株式会社半導体エネルギー研究所

代表者 山崎 舜平



(18)



第1頁の続き

|      |    |     |                     |                  |
|------|----|-----|---------------------|------------------|
| ⑦発明者 | 小柳 | かおる | 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 | 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| ⑦発明者 | 今任 | 慎二  | 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 | 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| ⑦発明者 | 山口 | 利治  | 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 | 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| ⑦発明者 | 坂間 | 光範  | 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 | 株式会社半導体エネルギー研究所内 |
| ⑦発明者 | 犬島 | 喬   | 東京都世田谷区北烏山7丁目21番21号 | 株式会社半導体エネルギー研究所内 |

**Publication number : 62-054229**

**Date of publication of application : 09.03.1987**

-----  
**Int.Cl. G02F 1/133 G02F 1/13 G09F 9/35**

5 -----  
**Application number : 60-155837**

**Applicant : SEMICONDUCTOR ENERGY LAB CO LTD**

**Date of filing : 15.07.1985**

**Inventor :**

10 **YAMAZAKI SHUNPEI**

**KONUMA TOSHIMITSU**

**HAMAYA TOSHIJI**

**MASE AKIRA**

**KOYANAGI KAORU**

15 **IMATO SHINJI**

**YAMAGUCHI TOSHIJI**

**SAKAMA MITSUNORI**

**INUSHIMA TAKASHI**

20 -----  
**MEHTOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

**[Abstract]**

**PURPOSE:** To execute filling work of the liquid crystal for a short time by filling the smectic liquid crystal between filled surfaces of a substrate, and  
25 **simultaneously, sealing the peripheral part of a pair of substrates.**

**CONSTITUTION:** After the liquid crystal is provided on the filled surface of one side substrate, the filled surface of other substrate is tightly connected on the liquid crystal, and further, a pair of substrates are arranged to the prescribed mutual position. Further, as the same process as the process, the laminating system is used which executes the sealing for sealing to the peripheral part, especially, to the corner part of the square or rectangular substrate. As the liquid crystal material, the smectic liquid crystal, especially preferably, the ferroelectric liquid crystal to show a smectic C phase ( $\text{SmC}^*$ ) is used. Namely, the interval of the cell is made into  $4\mu\text{m}$  or the interval below it is made into  $0.5W/3\mu\text{m}$ , and thereby, the bistable condition can be obtained.



## **SPECIFICATION**

### **1 Title of the invention**

**MEHTOD FOR FABRICATING LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE**

5

### **2. Claims**

1. A method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device in which a pair of substrates each having an electrode are disposed such that their charge-subject surfaces face each other and liquid crystals are charged between the charge-subject surfaces, wherein smectic liquid crystals are charged between the charge-subject surfaces and an edge portion of the pair of substrates is sealed.

2. The method of claim 1, wherein sealing is performed on at least a corner portion of rectangular-shaped or square-shaped substrates.

3. A method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device in which a pair of substrates each having an electrode are disposed such that their charge-subject surfaces face each other and liquid crystals are charged between the charge-subject surfaces, wherein smectic liquid crystals are charged between the charge-subject surfaces, a corner portion of the pair of rectangular or square substrates are sealed, and then, an edge portion of the rectangular or square substrates are sealed.

25 **3. Detailed description of the Invention**

## **[Field of the Invention]**

The present invention relates to a method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device and, more particularly, to a method for fabricating an LCD device capable of making a display part of a microcomputer, a word process or a TV set thin by installing a display panel using smectic liquid crystals (referred to hereinafter as 'Sm liquid crystals' or 'liquid crystals'), especially, for example, ferroelectric liquid crystals (referred to hereinafter as 'FLC').

## **10 [Description of the Prior art]**

A solid display panel is effective for a large-scale display panel in controlling each pixel independently. As the solid display panel, a display device which employs a multiplexing driving method with a simple matrix structure of A4 plate size with horizontal 400 elements and vertical 200 elements by using 2 frequency liquid crystals, for example, twisted/nematic liquid crystals (referred to hereinafter as 'TN liquid crystals'), is widely known.

However, in fabricating the TN liquid crystals, since the TN liquid crystals has a low viscosity, when a pair of glass substrates are bonded, the glass substrates are placed to face with an interval of  $5\mu\sim 10\mu$  therebetween and then a sealant mixed with spacers is coated on an edge portion of the glass substrates to bond them. In this case, a portion of a seal portion of the edge portion is not sealed but remains as an opening. Thereafter, the pair of substrates with their edge portion sealed is maintained in a vacuum container and entirely vacuumized. And then, the opening is put in a TN

liquid crystal solution and the interior of the vacuum container is allowed to have an atmospheric pressure in order to charge liquid crystals into the gap of  $5\mu\sim 10\mu$  between the substrates by using a capillary phenomenon.

5 **[Problems to be solved by the Invention]**

Such method is good when liquid crystals with the low viscosity such as the TN liquid crystals are charged between the substrates at a room temperature, but has many disadvantages in the following aspects.

That is, first, the method cannot be suitably employed in terms of its operation for the smectic liquid crystals with high viscosity, for example, the FLC which uses an SmC\* layer.

Second, when the FLC is used on the premise that a gap between electrodes of a cell is  $4\mu$  or less, preferably, as narrow as  $0.5\mu\sim 3\mu$ , it takes much time to charge the FLC.

15 Third, when the FLC is charged on a large-scale plate, for example, on the A4 plate, it take long time, namely, 8 to 10 hours, at a high temperature, i.e.,  $120^{\circ}\text{C}$  for charging the FLC. Thus, sealing of the edge portion can be degraded. In addition, the sealant can be mixed as an impurity into the liquid crystals.

20 Fourth, spacers (generally called 'scallop') which determine the cell gap can be inclined during the process of charging the liquid crystals.

Fifth, 90% of the liquid crystal material is not effectively used during charging, resulting in a waste of liquid crystals.

The present invention solves these problems.

**[Means for solving the problem]**

To achieve these and other advantages and in accordance with the purpose of the present invention, as embodied and broadly described herein, there is provided a method for fabricating an LCD device by using a so-called lamination method in which liquid crystals are put on one substrate, the other substrate is allowed to be tightly attached on the liquid crystals, the two substrates are mutually installed at a certain position. At the same time or in a follow-up process, sealing is made on an edge portion.

In addition, in the present invention, the smectic liquid crystals, and preferably, FLC having a smectic C phase (SmC\*), are used. Namely, by making the cell gap  $4\mu\text{m}$  or below, and generally,  $0.5\mu\text{m}\sim 3\mu\text{m}$ , a (both-side) stable state can be obtained.

That is, (isotropic) liquid crystals are dropped, spread or are coated at one or plural spots on a charge-subject surface of an electrode of one substrate. And, a small amount of sealing resin is dropped on a corner portion of one or the other substrate. Thereafter, the other substrate is placed thereon.

The substrates are vacuumized and heated at their front and back side, pressed, and tightly attached respectively with FLC with the charge-subject surface installed on the inner side of each substrate with gap of  $4\mu\text{m}$  or below therebetween, and at least a portion of an edge portion is sealed simultaneously.

A temperature of the substrate on which the FLC has been charged and laminated is dropped to obtain an SmA and also the (both-side) stable SmC\*. Then, a spiral structure can be released. And then, the substrates are

maintained at a room temperature and sealed with a practical plastic sealant at their edge portion.

According to the method of the present invention, a contact area between the substrates can be enlarged at their corner portion and the substrates can be more firmly bonded.

In the present invention, as for a usage temperature range, namely, the remaining problem, currently, a plurality of different FLCs can be combined (blended) and used at 0°C~50°C. Thus, the FLC can be practically used. And, referring to grey, if 8 colors are considered, the grey is not necessary, and it can be practically used for a display such as a microcomputer.

#### **[Operation]**

Accordingly, first, because a minimum cell gap is determined according to a size of spacers after spreading them, there is no non-uniformity in the gap of the formed FLC.

Second, even if the cell is thin with a gap of 4μm or below and has a large area (equivalent to A4 plate), the lamination operation can be preformed quickly.

Third, the FLC placed on the substrate can be effectively used by 100%.

Fourth, with the FLC with high viscosity, the lamination and sealing operation does not require one or more hours.

Fifth, even if an active device and an electrode connected with the active device are installed on one substrate, the FLC can be laminated in the

same manner as a process of a passive structure which does not use the active device.

With such characteristics, in the present invention, the liquid crystal laminating method (which means narrowing the gap between the two sheets of substrates and interposing the laminated liquid crystal therebetween) is employed, and the nonlinear element (NE) and the FLC are made in series to form each pixel, thereby obtaining a large-scale of A4 plate or larger matrix and driving each pixel without a cross talk therebetween.

#### **[Embodiment of the invention]**

Figure 1 illustrates a process of fabricating an LCD device in accordance with the present invention.

Figure 1A shows two substrates 1 and 1'. The substrates 1 and 1' have an electrode at the mutually facing surfaces 8 and 8' thereof. In order to display color, a color filter is installed between one electrode and the facing substrate or between one electrode and charge liquid crystals. And, as widely known, an asymmetrical alignment is performed on the surface of the electrode.

Though the two substrates are simply shown for the sake of simplification, the electrode, the filter, alignment processing, shadow processing (masking) for obtaining black matrix, and an active device can be formed or performed as necessary.

As the substrates, a glass substrate, e.g., a coning 7059, is generally used. And, among two substrates, one substrate or both substrates can be a flexible substrate. As the flexible substrate, a chemically strengthened glass

substrate with a thickness of 0.3mm~6mm or a light transmissible heat-resistant organic resin substrate such as polyimide, PAN or PET can be also effectively used.

An alignment processing layer (asymmetrical alignment processing layer) is formed on the electrode of the substrate, and its surface is subject to be charged. And then, the FLC, e.g., S8 (octyl, oxy, benziriden, amino, methyl, butyl, benzoate), is installed on the surface. Besides, an FLC such as BOBAMBC or an FLC obtained by blending a plurality of types of liquid crystals can be charged. Herein, for example, liquid crystal obtained by blending S8 and B7 is used.

In addition, liquid crystals 2 are dropped on the charge-subject surface of one substrate.

A small amount of resins 19 and 19' is dropped on a plurality of edge portions, especially, on corner portions, of the charge-subject surface of the other substrate which has been aligned downwardly. In this case, a thermosetting resin is used.

The pair of substrates with the liquid crystals installed therebetween are sealed in a vacuum container 100. The vacuum container 100 includes a first space in a container side 10 and a second space 5 in a cover side 10'. A heater 3 is installed in the first space 4. One substrate 1 is installed on the heater 3 and heated at a room temperature or at a certain temperature within 150°C, for example, at 70°C~150°C, e.g., 120°C, at which viscosity of the liquid crystals becomes sufficiently low.

Then, the liquid crystals 2 installed on the substrate 1 are heated to spread on the charge-subject surface. Before or after the liquid crystals were

dropped to be placed, spacers are installed on the substrate with a certain gap. The spacers cannot be used.

The other substrate 1' facing the substrate 1 is disposed to be separated by 1mm~10mm such that they partially contact with each other  
5 lightly.

Thereafter, the cover container 10' having the second space 5 is adjusted to the container 10 by means of an O ring. The lower portion of the second space is shielded by a layer (called a silicon rubber 6) with elasticity with respect to the second space. As for a pressure of the second space and  
10 the first space, if the pressure of the first space has a positive pressure, the lower side is expanded, whereas if the pressure of the first space is a negative pressure, the rubber 6 is pulled up. The rubber is not limited to the silicon rubber so long as it can tolerate at least the temperature of 150°C.

After they are adjusted by the O ring, they are simultaneously  
15 vacuumized at the outlets 11 and 11'. Namely, the two outlets are connected with a vacuum pump 14 after passing through valves 12 and 12'. The first and second spaces 4 and 5 are vacuumized by opening the valves 12 and 12' and closing valves 13 and 13'.

And then, as shown in Figure 1C, the other substrate is precisely  
20 installed on the surface of the substrate. Then, the liquid crystals 3 are charged on the upper and lower charge-subject surfaces.

Subsequently, air or nitrogen is leaked gradually from the valve 13' so as to make the second space 5 have a positive pressure, compared with the first space 4, and obtain and the atmospheric pressure.

25 Then, as shown in Figure 1C, the silicon rubber 6 expands



downwardly to press the other substrate 1' toward the substrate 1. In the atmospheric pressure, pressure of  $1\text{kg/cm}^2$  can be applied. In case of giving more pressure by using nitrogen, pressure of 1 or more and  $2\sim 5\text{kg/cm}^2$  can be applied.

5           In this manner, the uniform pressure can be applied to the entire surface of the pair of substrates, which makes liquid crystals which have been placed at one or more spots spread on the surface of the substrate 1 in the horizontal direction, so as to be laminated.

10           In addition, the sealant spreads on the corner portion, and both substrates are mutually attached at an area of  $1\sim 15\text{mm}^2$ . In this case, in order for the liquid crystals at one side or the sealant at the other side not to spread beyond a predetermined position, barriers 18 and 18' formed of fiber of  $1\sim 3\mu\text{m}$  can be installed. The barrier can be installed over the entire peripheral regions as well as at the corner portion.

15           The gap between electrodes of the pair of substrates can have the uniform thickness of  $4\mu\text{m}$  or less, e.g.,  $2\mu\text{m}$ . If a spacer with a size of  $2\mu\text{m}$  is previously installed, the thickness of the gap can be  $2\mu\text{m}$ , and if spacers of  $1\mu\text{m}$  spread in advance, the thickness of the gap can be  $1\mu\text{m}$ .

20           As a matter of course, the spacer cannot be used, and liquid crystals can be laminated to a certain thickness by precisely controlling only the pressure and the heating temperature.

          As a result, some liquid crystals are moved toward the edge portion. In this case, because the outer edge portion is covered by the silicon cover or blocked by the barriers 18 and 18' like a bank, overflowing of the liquid  
25   crystals outwardly of the outer edge portion of the substrate can be

substantially prevented. In addition, overflowing of liquid crystals beyond the whole edge portion or shortage of liquid crystals for covering a desired region can be prevented by precisely controlling the initial supply amount of liquid crystal material.

5           As for overlapping of the two sheets of substrates in the X and Y directions, the substrates can be moved to be re-installed when the liquid crystals 3 have low viscosity when it is heated with the substrates 1 and 1'.

          Thereafter, the heater was gradually dropped to a room temperature in Figure 1C. In addition, the first space 5 was adjusted to have the  
10   atmospheric pressure and the cover 10' of the vacuum container 100 is taken off. A cell obtained by laminating the liquid crystals between the pair of substrates as shown in Figure 1D is taken out. The corner portion is shown, and the sealant is interposed between the two sheets of substrates to bond them.

15           The two sheets of facing substrates 1 and 1' have the liquid crystals 3 overlapped therebetween.

          With reference to Figure 1E, a sealant 9 (generally, a plastic material) is applied to the edge portions, and then, the substrates are bonded.

          As a matter of course, with reference to Figure 1A, the sealants 19  
20   and 19' can be simultaneously dropped on the edge portion as well as on the corner portion of the rectangular or square substrates, and the entire outer edge portion can be simultaneously sealed with the laminated liquid crystals.

          In this manner, the method for charging/laminating the liquid crystals with high viscosity like the smectic liquid crystals, especially, the FLC, is  
25   implemented between the substrates.

**[Effect of the invention]**

Accordingly, the amount of liquid crystals required to be used for one sheet of A4 plate (the area of 20cm x 30cm) can be 0.2cc enough, amounting to 2000 yen/g. That is, the liquid crystals more expensive than gold can be effectively used.

A short time, namely, about 1 hour, is taken to perform charging operation of the liquid crystals one time.

In spite of the large-scale substrate, the operation time cannot be lengthened.

That is, in the related art TN liquid crystal charging operation, the main interest is focused on not applying a stress to liquid crystals. Thus, the sealant on the edge portion of substrates support mutually with their force so as not to apply pressure, that may be applied from outside to the substrates, to liquid crystals themselves.

In this respect, however, as for the smectic liquid crystals, the inventors of the present invention have found that an external pressure applied to the liquid crystals does not matter thanks to the high viscosity of the smectic liquid crystals. Thus, such characteristics lead to accomplish the fabrication method of the present invention, which is completely different from any other related arts.

In the liquid crystal charging method in accordance with the present invention, the alignment processing layer constituting the charge-subject surface is asymmetrically aligned, namely, one portion is rubbed while the other portion is non-rubbed. In this case, after laminating, the substrates are

slightly shifted ( $1\mu$  or more to  $104\mu\text{m}$ ) in a high temperature state according to the rubbed surface, and stress is applied to liquid crystals to align them.

As for the LCD device in accordance with the present invention, in case of a reflection type LCD device by installing a polarization plate at an outer side of one substrate or at both outer sides of the two substrates, an electrode at the side of substrate where light is made incident is made to be light-transmissible while an electrode at the other substrate is made a reflection type electrode. By having a tilt angle of the FLC as  $4.5^\circ$ , one sheet of filter can be installed on the substrate where light is made incident.

Meanwhile, in case of a transmission type or reflection type LCD device using two sheets of filters, two sheets of polarization plates are aligned at an outer side of each substrate and the tilt angle of the FLC is adjusted at about  $22.5^\circ$ . In the transmission type LCD device, a backlight unit can be irradiated by an EL (Electroluminescence) fluorescent lamp or a natural light, and the amount of transmitted light can be controlled for displaying an image.

In case of making color, preferably, a color filter is installed at an upper or lower portion of the electrode of the other substrate (namely, the substrate viewed by naked eyes).

In the present invention, a non-linear device is installed on the substrate and an electrode is installed at an upper portion of the non-linear device. Instead of the non-linear device, an active device can be used. As the non-linear device, an SCLAD (Space Charge Limitation Amorphous semiconductor Device) or an insulation gate type field effect semiconductor device having a composite diode structure such as NIN type can be used.

**In the LCD device of the present invention, a photosensor using a write pen has a dot shape for displaying and reading.**

**The fabrication process of Figure 1 has a matrix construction of 100x100 (in case of color, 100x300).**

5       **However, the number of dots can be 640x400 (in case of color 1920x400) and 720x400, and other number of constructions.**

**[Description of drawings]**

10       **Figure 1 illustrates a method for fabricating a liquid crystal display (LCD) device in accordance with the present invention.**